

“STS”あるいは「科学技術研究」についてⅡ(4)

後 藤 邦 夫

第Ⅰ部 “STS”の意義とSTS研究の枠組に関する一般的考察

(第10号および第11号)

第Ⅱ部 現代の科学技術の構造とSTSのリサーチ・プログラム

第1章 20世紀科学技術の特色と研究プログラム

(以上第12号)

第2章 科学・イデオロギー・社会

(以上第13号)

第3章 ディシプリン・研究者コミュニティ・社会

(以上第14号)

第4章 科学・技術・社会

4. 1 科学研究のインフラストラクチャ

4. 2 データ処理の革新と実験の変貌

4. 3 技術とエンジニアリング科学

4. 4 科学技術と産業

(以下次号)

第4章 科学・技術・社会

この章では、科学技術と社会との関係（あるいは結合）について、イデオロギーや研究者のコミュニティによって必ずしも媒介されない、より直接的な側面を取り上げる。かつて1950年代に「科学の社会的諸関係」と呼ばれ、また科学史のエクスターナル・スタディとも呼ばれてきた分野である。テーマは極めて多岐にわたる。特に、国の科学技術政策や企業の開発戦略までを含めると広大なものになる。ここでは、20世紀になって特に顕著になってきた諸問題であって、現代の科学技術の性格を理解するのに必要と思われるものに限定して扱う。

4. 1 科学研究のインフラストラクチャ

科学技術の研究がある程度以上の規模になると、研究を支える仕事が増大する。そのような仕事はかつては科学者自身によって行なわれてきた。たとえば、実験装置の製作や維持管理、データの読み取りと整理、統計解析、数値計算など、多くの「下積みの仕事」が若手研究者に割り当てられたのであった。20世紀後半になると、そのような仕事の多くが「外生化」の対象となり、科学技術の研究は、研究室の外部の世界との「分業関係」の構築を通じて社会的活動としての性格を強める。その点はいわゆるスモール・サイエンスにおいても変わらない。手づくりの装置より既製品の比重が大きくなっているからである。いまではほとんど全ての研究に不可欠になったコンピュータについてはもちろんである。

このような外生化は研究の効率を大いに向上させるが、同時に、これらの適切な支援システムなしには研究の継続は困難になる。すなわち、科学研究や技術開発におけるこれらの外生的分野を、産業やコミュニティ・ライフに対するのと同様の意味を持つ「インフラストラクチャ」として分類し、考察を加えることが必要になる。

産業やコミュニティ・ライフでは、道路、港湾、鉄道などの物流システム、

上下水道や廃棄物処理施設などの公共施設は狭義のインフラストラクチャである。人材養成のための教育機関、公共システムを管理し運営する行政システムなども「ソフトなインフラストラクチャ」とみなされるようになった。さらに、優れた環境や景観もインフラストラクチャとみなされる。現在では、これらに対応するような「科学研究のインフラストラクチャ」が存在することになった。

4. 1. 1 いわゆる狭義のインフラストラクチャ

産業やコミュニティ・ライフの場合と共通の公共的な社会基盤型インフラに加えて、研究支援産業の存在がインフラストラクチャの役割を果たす。それらを一応区別して議論することが必要である。

<研究開発活動における社会基盤型インフラストラクチャ>

産業の場合と同様、あるいはそれ以上に、電圧、周波数ともに安定した電源、純水の製造に適したある程度以上の水質をもった上水道、複雑な成分の廃棄物の処理システムなどが必要である。先進国ではおおむねこのような社会基盤が整備されているが、開発途上国や、極地・僻地など、地域的には必ずしも充足されない場合がある。そのときには研究機関自体の内部にそれらを整備しなければならない。気象条件、地盤の状態、土地面積、大気汚染なども研究の内容にとっては重要である。放射線の防護や危険物の使用、排出を伴う場合には当然であろう。研究者や研究補助者の生活条件の確保のための居住設備が必要であることはいうまでもない。

<研究支援産業的インフラストラクチャ>

研究支援産業は、おおむね以下の2種類であるが、巨大科学に属する大型のプロジェクトの場合、プロジェクト内部でも分業体制が形成される。

1) 主に研究機関あるいは大学からスピンアウトした中小企業で、それらの機関の工作室ではつくれない装置や計測器を、発注者の仕様に仕立て下

請けとして供給する企業群が形成される。その中から、特殊な装置のメーカー、あるいはハイテク企業として発展するものが少なくない¹⁾。

2) 市場を通じて研究機関が購入する研究用機器を独自に開発・生産する中堅あるいは大企業。それらの一部として、自社の研究機関のために開発されたものを商品化する場合が含まれる。そのほか、高純度の試料、試薬類、純系の実験用動物などを供給する企業（あるいは第三セクター機関）がある。

近年の傾向として、ソフトウェアの支援を行う企業群が目立つ。莫大なルーチンワークを必要とするこの分野に研究機関の人材資源を振り向けることは、費用の点でも研究の管理の点でも好ましくないと考えられるようになってきた。最近では、外生化がベンチャー型のソフトウェア・ハウスなどのビジネスチャンスを増やし、活性化につながる点が評価されている。

4. 1. 2 「ソフト」なインフラストラクチャとそれに対応する機関

<単位, 標準, 基礎データ, データベース>

産業におけるこれらの整備の必要性は19世紀末に明らかになった。研究開発活動においては、その意味はさらに大きい。それらは常に更新されなければならないが、それには個別の研究機関ではなく、公共性をもつ機関が必要である。(アメリカの国立標準局が有名であるが、数年前から国立標準技術研究所に改組され産業に対する技術支援機能が拡充された。)

<広義の研究サービスシステム>

研究情報や特許情報を提供することで、研究支援を行うシステムとしては、アメリカの Chemical Abstracts Service が有名であるが、それぞれの分野の学協会もそのような機能を持つ。日本では、新技術開発事業団や科学技術情報センターが合同した科学技術振興事業団がその役割を果している。提供される情報の中には、政府の政策や予算措置、研究助成金に関する情報なども含まれる。

＜人材養成・教育システム＞

人材供給の重要性は自明である。ただし、日本では、社会主義体制でも開発途上国でもないにもかかわらず、その核心的部分が国の直轄事業であり、民間は補助的役割を果すものと信じられてきた。その結果として、研究開発のフロントの変化に応じたテーマの組み替えに対する柔軟性に欠け、研究開発のマネジメントのような、現在もっとも必要とされる分野の充実に応ずる人材養成機能において大きく後れを取るようになってきたのである。とくに、理工系人材の大部分を供給する国立大学が最低限の当事者能力を発揮するための法人格をもたない。このことは、フランスや社会主義国家を除くと日本の特徴である。

ここで、高等教育機関に関して述べたことは、インフラストラクチャ全体に対して当てはまる。一般に、産業界におけるインフラ整備は民間が行い、教育や保健などの公益性の強い分野は国家が行うと考えられているが、もはやその区分は明確ではない。この問題の整理が今後の科学技術政策のもっとも中心的なテーマであろう。

4. 2 データ処理の革新と実験概念の拡大

いかなる分野の科学研究にとっても、知識は観測や測定なしには獲得できない。そのような基本的な活動は実験装置や観測装置で行なわれる。その精度や信頼性が産業技術の水準によって規定されていることは自明である。実験室内で条件を調整して繰返して測定し誤差を見積もり... という手法が必ずしも使えず、複雑な中間的プロセスが必要な場合が多い。その事例を示そう。

再現が不可能な長期変動：

実験の再現性は、実験結果の普遍性を主張するためには不可欠である。しかし、地球規模の現象の長期的変動や数世代に及ぶ生物の種の変化などのように、1回の観測のみが可能で、測定の繰返しが不可能なケースが少なくな

い。そのような場合、測定データを統計的方法によって加工し、仮想的に実験を繰返したのと同様の結果として解釈される結果を導く²⁾。

天文学的事象のような希少現象：

超新星爆発に代表されるような人間の時間スケールでは極めて希少な偶然事象で、しかも本質的に重要な情報源であるケースがある。その種の現象に関して信頼性の高い観測の成果を得るには、整備された自動的測定装置を、たとえば人工衛星の軌道上に常時待機させておかなければならない。あるいは、偶然に記録された過去のデータから、現時点における測定と同様の結果を導く必要がある。とくにノイズの多い宇宙空間を通過してきた微弱な信号を拾い出し、データ処理によって情報を再構成する手法が多用される³⁾。

極限状態下の測定：

超高温、超高压、強い放射線など、極限的な状況のもとでは、通常の測定装置は破壊されるか機能を失う。観測者はリモート・システムを用い、間接的な手法を用いて対象に関する知識を入手するのであるが、その際、測定条件を厳密にコントロールすることがしばしば困難になる。得られたデータは仮想的に実験条件の調整を行うデータ処理手法を通して加工されなければならない。同様なことは、高エネルギー物理の実験においてもいえる。また、生体の観測についても、「生きている」という状態が測定にとってのある極限状態と考えれば同様に成り立つ。

微視的对象に関する実験：

量子力学に固有の不確定性と相補性が表面化するような実験は、レーザー冷却などの最近の話題に限られている。しかし、本質的にミクロな物理量をヒューマン・スケールの量を通して認識するのであるから、実験条件の設定とその解釈が必要になることはいうまでもない⁴⁾。

いずれのケースでも、実験室内で装置と試料を直接に眼前にしながらデータを蓄積するのとは異なり、複雑な「メディア」を介入させる間接的な認識がなされる。その場合、介在する「メディア」のなかで、特定のモデルの非明示的な導入が行なわれている可能性を排除できないのである。

とくに、統計モデルやコンピュータシミュレーションが多用されるようになると、測定データの処理に当たって、ある理論的枠組が事前に介入している可能性を完全に排除することは困難であろう⁵⁾。

この問題は、経験を総合的知識の源泉にすることが困難である根拠としてヒューム以来繰返されてきた哲学的議論を思わせるものがある。ただ、哲学の場合は、「過去における個別的経験の蓄積」と「共時的な普遍的法則」の関係であったのに対し、この場合は、個別的観測・測定における認識にもかかわっている。

いうまでもないことであるが、このテーマでは、ある理論の形成とその実験的検証との間に、「メディア」に込められたハード、ソフトの技術的水準を反映した第三の理論モデルが介入している可能性に注目しているのであって、社会学的構成主義における「ストロング・セオリー」とは無関係である。むしろ、一般的な科学理論を記述する「言語」の問題を重視したウイーン学派の主張の一面を、個別的測定と装置の問題に拡張したといえるかも知れない。

4. 3 技術と工学、あるいはエンジニアリング・サイエンス

科学技術というタームで科学と技術を一体的概念で扱うというのが、このシリーズの最初で設定した立場である。しかし、本来、科学と技術は別個の概念であった。したがって、一体化された中で両者がどのような関係にあるかということが問題になる。科学については比較的多くの議論が積み重ねられているのに比べ、技術については必ずしもそうではない。技術が社会のなかで進められている生産活動の経験の単純な蓄積以上のものであって、その中に体系化された本質があるとすれば如何なるものであるか。この問いに対して実践的な回答を準備することが必要である。このようなテーマに関する人々の回答は、おおむね以下の3種類に分類される。

- 1) 技術は基本的に応用科学である。したがって、その体系は科学と同一の構造を持っている。

2) 技術は社会的生産活動の手法である。したがって、それに内在する構造を社会の構造が規定する。

3) 技術は人間の行為のなかの特定の目的に向けられたものである。したがって、人間学的原理にしたがって、その行為の構造の特殊性を理解しなければならない。

もしも、上記のいずれかを肯定してしまうと、技術は固有の論理構造を持たない分野となる。今、「科学技術」という表現によって、科学の論理構造とこのように多元的な側面をもつ技術とを一体的に捉えようとするとき、現実には両者が交錯する学問分野の存在に着目することが必要になる。

個別的課題の技術的解決の「術」を超えて「工学」あるいは「エンジニアリング・サイエンス」が存在するという確信に満ちた感覚は多くの工学者（特に日本の工学者）の間に広がっている。それにもかかわらず、「工学とは何か」という問いに対しては、「科学」に対してなされてきたような哲学的議論はされてこなかった。むしろ、技術の各分野における技術者や研究者のコミュニティが現に存在しており、アメリカにおける ASME や IEEE のような彼らのギルド的組織が工学を支えているか、日本のように大学の学科の区分に発する「学会」が力を持つかである。社会的構成主義では、これでディシプリン形成の条件としては十分であるということになるが、もちろん筆者はそれでは満足しない。科学との比較における工学の性格を以下のように多様な観点から検討してみよう。

1) 目的と評価：技術に対する評価は、研究成果に基づく科学の場合とは異なり、社会的に明確に規定された目標の達成によって為される。工学においても、そのレベルの判定においては、そのような目標達成への貢献度が優先するであろう。

2) 経験に基づくルール：一般に科学における理論や法則は、なんらかの「第一原理」から導かれるか、少なくともそれが可能であることが期待されている。しかし、技術の世界では半ば理論的、半ば経験的な大量の「法則」が存在する。経験の集積に基づいて理論的思考を用いてそれらを体系化する

のも工学の役割である。

3) 人間との接点に関するルール：構造物における安全係数，核工学における許容量，環境学における閾値など，対象に関するわれわれの知識と経験の不足を前提として，實際上決定せざるを得ない概念や数値が工学には存在する。たとえ不完全であっても，それらがなければ技術は多くの現実的課題を解決できない。工学は社会的要因を本質的に含むということが出来る。

4) 本質的複雑性：科学における単一のディシプリンによって扱うことが可能な機械，製品，システムなどは存在しない。いいかえれば，具体的な事物の実現は本質的に多数のディシプリンに立脚して始めて可能となる。工学の重要な本質のひとつが，そのように多くの異質なシステムを理解し，目的に向けて調整するところにある。

上記のような特徴から起こってくる疑問は，工学には果して，経験的知見とアドホックな理論的手段の集まりを超えた体系は存在するか，というものである。これは技術に対する問であるとも言える。

明治期に外国から導入され，第二次大戦後の大学制度の改革を経て今日に至る日本の工学教育の歴史を見るかぎり，たしかに，工学教育が，機械，電気，応用化学，土木の4分野を軸に形成されていった様子がわかる。一見それが工学の体系の基本であるように見える。しかし，必ずしもそうとはいえないことは，近年の変化，すなわち，航空宇宙，情報，医療，生物，都市，環境，社会，などを冠した工学分野が群生してきたことで明らかであろう。現状では，自然科学の各分野と結びつく伝統的な分野と社会が要求するテーマと結びついた分野との間には，著しい分岐がみられる。

4. 4 科学技術と産業

新たな科学技術と社会との関係を見る場合，

- 1) 個別産業の内部における変化，
- 2) 産業構造の変化，および
- 3) 産業（工業）社会の全体像の変化，

という三つのレベルで見ることが必要である。伝統的な産業観として知られているのは、第1次産業（農業と鉱業）、第2次産業（製造業）、第3次産業（流通とサービス業）の3分類に関するペティ・クラーク・クズネッツの法則と呼ばれるものである。おおむね、第1次が労働集約、第2次が資本集約、第3次が知識集約と見なすことも出来る。したがって、所得や労働人口の割合が第3次の方向へずれてゆくことをもって「経済社会の進歩」とされてきたのである。

もちろん、今日の状況はそれほど単純ではない。第1次産業である石油採掘業は、巨額の投資を必要とするばかりでなく、高度に知識集約的である。通信情報技術を装備したオフィスによるサービス産業が資本集約的であることも明らかである。このような変化が科学技術の産業への導入の帰結であることを考慮して、前記の三つのレベルに即して考えよう。

4. 4. 1 個別産業における変貌

前記の伝統的な産業分類とは無関係に、情報処理と制御システムの導入が人間労働との関連において現代の産業に共通の特徴を与えることになった。なぜならば、情報処理は人間のもっとも重要な能力であり、コンピュータ技術はたとえ部分的であっても、その重要な能力を機械で置き換えるものであるからである。もちろん、第2章で述べたように、今日のデジタル・コンピュータは論理的操作に関するゲーデルの限界によって制約されている。元来、コンピュータが人間の情報処理能力をそのまま代替できるものではない。にもかかわらず、コンピュータの能力は、労働過程における特定の側面に関しては、その速度と正確さにおいて人間の能力を上回る。その結果として起こったことは、産業における分業体制の変化である。その結果として生まれる職能グループは次のようなものである。

1) スペシャリストのグループ。研究開発人材から各種の工場現場の技術要員に到るまで、専門性によって分けられながら拡大する層である。1970年代には、フランスの労働社会学者、セルジュ・マレやアンドレ・ゴルツはマル

クス主義の枠組を用い、彼らを「新しい労働者階級」の中核であるとした。(事実、1968年の「五月革命」で役割を演じたCFDTは、そのような専門職を組織していた。)

2) ラインに付く労働者。その伝統的熟練は新たな技術によって絶えず解体にさらされる。その結果、これまで維持してきた地位が脅かされ続ける。たとえば、1980年代のアメリカで、それまで「中産階級」としての地位を保持していた自動車工場の労働者の多数がレイ・オフされ、低賃金のサービス部門に移動していった。

3) 多様な補助労働力。多くのオフライン・ワーカーからサービス産業まで、多数の不安定な職種が発生する。ホワイトカラーもその中に含まれるが、オフィスに置ける情報通信技術の導入とともに、その内部においても同様な分業構造が発生するであろう。

この変化のなかで、肉体労働と知的労働の境界が不分明になってゆく。実際問題として、ソフトウェア生産の工場と情報技術で装備されたオフィスとは外観上も区別することが困難である。

4. 4. 2 産業構造における変化

一般に、先進国におけるサービスセクターの拡大は不可避である。第1次産業や第2次産業の知識集約化が労働生産性の上昇をもたらす以上、それは必然的な帰結でもあると思われた。しかし、産業の地域間配分や国際分業で低賃金が労働集約型産業に適し、高賃金が資本集約型を比較優位にするという「常識」が破れ、プロダクト・ライフサイクル・モデルが誕生したのは1960年代である。高度な知識によって支えられるべき「立ち上がり時期」の産業は、むしろ高度な労働力によって支えられなければならない。他方、製品、生産プロセスともに成熟した段階では、資本集約的であっても未熟練労働力のもとで操業可能である。アジアの一部地域で、古典的な比較優位の思考にとらわれずに、ハイテク産業の成熟部分を積極的に誘致、振興することがテイク・オフの条件となったことはすでによく知られている。

知識や情報は、このテーマにおける中心的なキーワードであるが、経済活動においてそれが意味するところは必ずしも明解ではない。知識や情報には多様な異なる側面が含まれており、そのうちの限定された部分だけが技術や産業にとって意味のある要素となり、その限定された部分も変化するからである。かつては、知識は完全に人間の内部に体化されていた。したがって、知識集約的とはヒューマン・ファクター集約的であった。そのヒューマン・ファクターとは、よく訓練され教育された人材を意味した。それに対して、今日のヒューマン・ファクターは次のような多様な存在の中に体化されている。

- 1) 蓄積されたマネジメントに関する知識,
 - 2) 研究開発活動,
 - 3) コード化可能な情報とコンピュータシステムによる操作,
 - 4) インテリジェント材料の性質のなかに組み込まれた能力,
- 等々である。

これらが全産業の中に浸透し、ペティ・クラーク・クズネッツの法則でいう産業分類に基づく考察の意味が次第に希薄になってゆくのである。そのかわりに、われわれが眼にするのは次のような状況である。

- 1) 成熟した資本集約的分野における「代替型革新」。安定した市場をもつ在来型の製品やその生産工程において、部分的な機能の代替の積み重ねが見られる。自動車や家電製品における情報処理システムの「組込み」型導入がその適例である。
- 2) 革新的な科学技術の産業への移転によって新たに創出される分野。情報やバイオというハイテク産業の一部がその事例である。
- 3) 革新型新規産業の周辺に派生する、いわゆる「ニッチ産業」。新規の産業が突出的に形成され、その市場規模が増大して成熟化し始めると、それに関連して部品の安定供給、検査、保守、顧客サービスなどの新サービス業が発生してくる。(かつての自動車、現在のコンピュータのケースを見れば明らかであろう。) この分野の雇用創出力に注目すべきである。

このようにして形成されてくる産業構造のなかでは、「技術移転」が重要な課題となる。

4. 4. 3 知識産業社会をめぐる諸問題

1950年代にマハルuppが「アメリカにおける知識の生産と分配」を発表して以来、ベルの「ポスト工業社会」、トフラーの「第三の波」などが続き、そのほかにも多くの話題作が1970年代から80年代にかけて現れた⁶⁾。共通のキーワードは知識・情報と文化である。科学技術の成果を物質的貧困の克服の手段にしたいという19世紀の改革家の理想は世界的に見てまだ実現されたとはいえないが、情報通信技術を中心とする革新的な科学技術が予想を超えて社会に波及したことで、局面が大きく変わりつつある。

とくに、コンピュータのダウンサイジングと通信技術との結合がもたらした変化は大きい。その問題を含めて、「知識の産業化」がもたらしつつある状況を整理しておこう。

(1) ミクロ経済における「知識の商品化」。

「希少性のない財」を市場における商品として扱う「情報の経済学」のテーマとして従来論じられてきた問題である。そのような財をあたかも通常の商品のように扱って市場における流通を促進するために、知的所有権に関する取り決めが為されたのであるが、どの範囲までがそのようなシステムに適合するのか。デ・ファクト・スタンダードをめぐる話題や特許をめぐる国際摩擦の現状は、問題がまだオープンであることを示す。

(2) マクロ経済における「知識・文化産業の進出」。

前節でも論じたが、これは特に70年代の知識産業社会論の中心テーマである。提起されたときには相当なインパクトのあったところの当時の予測さえ控えめに見えるほどである。現在、社会における知識の創出と配分の主役のひとつである大学・高等教育機関の役割に関して新たな問題提起がされつつ

ある。商品の流通や金融の世界では従来の国民国家の枠組を超えた活動が当然となっているのに対し、大学には「国民の教育」という公的な規範が強く働いてきた。知識の創出と配分においても国民国家の枠組を超えた活動が当然のことになった場合、機関としての大学が国際的な場で経済的にも自立した主体として行動しなければならないであろう。

(3) 金融分野における「情報化」による市場と実体経済の乖離。

市場に対して情報通信技術が投入される結果、市場における価格形成というもっとも「人間的」な機能がシステムに対象化される。その結果として、市場のもつ「人間的」調整能力が疎外される。現代資本主義の膨張した信用に基づく金融市場に対して情報通信技術が導入されると、信用膨張による実体経済との乖離が著しく促進されるであろう。今日の資本主義は明らかにそのような兆候を示している⁷⁾。

産業社会の変化が上記、とくに(3)に言及した問題を含んでいるとすれば、資本主義の今後に対しても重要な影響を与えるであろう。他方、実体経済そのものと地球環境との乖離がいわれている。現実とははるかに離れたところで、社会の制御システムが働くようになるという現実が永続するか。あらためて批判的に検討する必要がある。

第4章ノート

- 1) 日本でも、測定機器や真空装置を扱う中堅の専門的企業の多くは、そのようにして形成された。大学内に大規模な開発センターを持つアメリカの一部の大学に比べて効率的であるが、機器の開発の過程で獲得された知識が大学の内部に蓄積されないのが欠点といえる。
- 2) いわゆるギブス・アンサンブルの概念である。仮想無限母集団の存在を前提にする推計学にも同様な着想が含まれている。
- 3) シャノンの第二定理を雑音濾過回路として実現する試みはすでに長い歴史を持ち、光学の分野を含め応用範囲も広い。
- 4) 一部のマイクロ物理量には古典的対応物がない。その場合、測定の間接性に対する検討は一層重要な課題になる。
- 5) シミュレーションで実験を代行する手法は、化学ではすでにポピュラーである。近似計算や統計モデルを含め、それらがデータ処理のソフトの中に組み込まれて行くのである。
- 6) 日本で多用される「情報化社会」は日本起源である。
- 7) すでに一部の情報科学の研究者の間では、情報科学の金融の分野への導入について、原子核物理学の兵器への応用ほどではないにしても、国民生活に混乱をもたらす危険を感じるという意見がある。

“STS”, or Science and Technology Studies in Perspective II (4)

Kunio GOTO

This article is the Chapter 4 of the Second Part of the STS Series. It deals with the direct relationship of science and technology and society, whereas the treatment in the preceeding chapters are mediated problems with philosophy and sociology. The main issues are:

- (1) The infrastructure of science and technology in a extended sense,
- (2) Changing situation of observation and measurement which is intervened by the sophisticated systems,
- (3) the characteristics of now emerging "engineering science" which might open a perspective on the close relationship between science and technology, and
- (4) Closely connected science and technology and the contemporary industrial society.

In the last section, discussions are concentrated to the outcome of the computer and communication technology, now introduced into our society. Many concerned specialists are now afraid of a crisis: combined with the ever expanding credit in our global finance capitalism, this innovative technology might bring an unexpected outcome, economic chaos which were somewhat parallell to the nuclear nightmare.